Aus dem Laboratorium der Ohren- und Kehlkopfklinik in Rostock.

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

BOGENGÄNGE DES LABYRINTHES

BEIM

NEUGEBORENEN UND BEIM ERWACHSENEN MENSCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

VORGELEGT VON

TOSHIO SATO,

ARZT AUS NIIGATA IN JAPAN.

Mit einer Tafel.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1902.

Aus dem Laboratorium der Ohren- und Kehlkopfklinik in Rostock.

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

BOGENGÄNGE DES LABYRINTHES

BEIM

NEUGEBORENEN UND BEIM ERWACHSENEN MENSCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

VORGELEGT VON

TOSHIO SATO,

ARZT AUS NIIGATA IN JAPAN.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Mit einer Tafel.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1902.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät der Universität Rostock.

Referent: Herr Professor Dr. Körner.

Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

Unsere Kenntnisse von der Function der Bogengänge als statisches Organ gründen sich auf die bekannten, zuerst von Flourens angestellten Versuche an der Taube. Da die Reizung eines jeden Bogenganges Kopfdrehungen auslöst, welche um eine zur Ebene des gereizten Bogenganges senkrechte Axe erfolgen, erscheint uns die höchst merkwürdige Anordnung der Bogengänge nach drei zu einander ungefähr senkrechten Richtungen des Raumes äusserst zweckmässig.

Wenn wir nun in dieser Anordnung eine zweckmässige Einrichtung für das, eines Gleichgewichtsorganes bedürftige Individuum erkennen, so fragt es sich, ob sie bereits in denjenigen Entwickelungsstadien des Organismus in gleicher Vollkommenheit vorhanden ist, bei denen von einem statischen Sinne noch kaum die Rede sein kann.

Neugeborene und Säuglinge bedürfen ja des Gleichgewichtsorganes noch nicht, wenigstens nicht in dem Maasse wie der Erwachsene. Darum dürfte es wohl der Mühe lohnen, einmal zu untersuchen, ob beim Neugeborenen die Bogengangsebenen schon genau denselben Neigungswinkel zu einander erkennen lassen, wie beim Erwachsenen.

Indem ich versuche, diese, mir von Herrn Professor Körner vorgelegte Frage zu beantworten, fasse ich meine Aufgabe noch weiter und ziehe auch die gesammten Wachsthumsveränderungen der Bogengänge in das Bereich meiner Untersuchungen.

Ueber Verschiedenheiten der Labyrinthe von Neugeborenen und Erwachsenen ist bisher nur sehr wenig bekannt.

A. Meckel (1) hat 1827 angegeben, dass sich die Form und die Dimensionen der Bogengänge nach der Geburt auffallend verändern.

J. Hyrtl (2) empfahl die Altersmetamorphosen der Bogengänge der Beachtung der Physiologen und glaubte feststellen zu können, dass die Länge und die Weite der Bogencanäle in den späteren Lebens-

perioden zunehmen, hat aber genauere Messungen nur an einem Labyrinthe eines Erwachsenen und, wie es scheint, auch nur an einem eines Neugeborenen vorgenommen.

Siebenmann (3) macht tabellarische Angaben über Messungen an 7 Labyrinthen von Erwachsenen und 6 Labyrinthen von Neugeboren. Ausserdem suchte er die Winkel, die die Bogenflächen mit einander bilden, bei Erwachsenen und bei Neugeborenen zu bestimmen. Auf seine Angaben werde ich unten zurückkommen.

Dies ist, soviel ich ermitteln konnte, alles, was wir von den Wachsthumsänderungen an den Bogengängen wissen.

Ich habe nun Grössen- und Winkelmessungen an 14 Labyrinthen von Erwachsenen, an 8 Labyrinthen von ausgetragenen Neugeborenen und an 12 Labyrinthen von nicht ausgetragenen Früchten angestellt. Von den letzteren entstammen 3 dem 9., 6 dem 8., 2 dem 7. Schwangerschaftsmonate.

Zu meinen Messungen benutzte ich ausschliesslich vom umgebenden Knochen befreite Metallausgüsse der knöchernen Labyrinthe, sogenannte Metallcorrosionspräparate, wie sie zuerst durch von Brunn, dessen prachtvolle Präparate eine Zierde der anatomischen Sammlung der Rostocker Universität sind, dargestellt wurden. Bekanntlich hat Siebenmann die von Brunn'sche Methode in mancher Hinsicht vervollkommnet, sodass man wenige Schläfenbeine und wenig von dem theueren Wood'schen Metalle verliert, wenn man streng nach seiner Vorschrift verfährt. Eine Beschreibung der Methode scheint mir nur insoweit nöthig, als ich von der Siebenmann'schen abweichen mnsste.

Siebenmann hat nämlich, wie es scheint, stets das ganze Schläfenbein ausgegossen und corrodirt. Wenigstens giebt er keine Methode für den isolirten Labyrinthausguss an. Es ist jedoch nicht leicht, aus dem Corrosionspräparate des ganzen Schläfenbeins nachträglich das Labyrinth herauszuarbeiten.

Ich habe deshalb zunächst den für meine Zwecke überflüssigen Warzen- und Schuppentheil nebst dem äusseren Gehörgange abgesägt und den Trichter, durch welchen das Metall eingegossen wird, von unten her auf die beiden Fensteröffnungen aufgesetzt. Das Labyrinth liegt dann gerade unter dem Trichter.

Zur Verklebung der Oberfläche des Knochens habe ich neben der Leinwand ein schwer zerreissbares japanisches Papier gebraucht, welches aus sehr starken, aber ungemein weichen Fasern der Rinde des Papiermaulbeerbaumes — Kozu — besteht. Mit diesem Papier kann man

ganz genau und auch absolut fest sowohl den Ansatz des Trichters als auch die übrigen feinen Löcher verkleben.

Beim Felsenbein der Neugeborenen und der Föten wurde von mir, ebenso wie es Siebenmann für diese angegeben hat, der Trichter auf dem Paukenring befestigt.

Beim Eingypsen, Erhitzen, Ausgiessen und Corrodiren habe ich mich genau nach Siebenmann's Vorschrift (3) gerichtet.

Methode der Messungen.

Die meisten Autoren, welche die Bogengänge gemessen haben, beschreiben ihre Methode nicht oder nur ungenau. Die Kenntniss der Messungsmethode ist jedoch nothwendig, wenn wir die von verschiedenen Autoren angegebenen Maasse mit einander vergleichen wollen. Meine Methoden beschreibe ich im Folgenden:

I. Messung der Dimensionen der Bogengänge.

Um das Bogenganglumen zu messen, habe ich Dicke und Breite der Bogengänge an ihrem Scheitel gemessen. Breite ist das Maass des Bogengangquerschnitts in der Richtung der vom Bogengang umgrenzten Fläche, Dicke das darauf senkrecht gerichtete.

Zur Messung der Dicke und Breite der Bogengänge habe ich einen kleinen, sehr fein gearbeiteten Zirkel, einen Maassstab aus Glas, welcher in $^1/_5$ mm eingetheilt ist, und eine Lupe (binocular nach Westien) gebraucht. Um die Weite der Bogengänge zu bestimmen, nahm ich die Breiten- und Dickendurchmesser der Bogengangsausgüsse zwischen die beiden Spitzen des Zirkels, übertrug sie so auf das Messglas und las sie nun vermittelst der Lupe ab. Die Uebertragung auf das Messglas darf nicht mit der freien Hand geschehen, sondern der Zirkel muss auf horizontaler Unterlage so ruhen, dass seine Spitzen das schief gestellte Messglas berühren.

Zur Längenbestimmung (Peripheriemessung) der Bogengänge wurden von Hyrtl Fäden benutzt, die er um die Peripherie der Bogengänge seiner zerbrechlichen Wachs-Harz-Ausgüsse legte. Weit zuverlässiger erscheint mir die Methode von Siebenmann, der Fäden aus gelbem Bienenwachs benutzte. Er sagt darüber: Das Wachs „wird in runde ca. 30 mm lange und gleichmässig (1,0—1,5 mm) dicke Fäden gedreht, welche man den zu messenden Bogenausgüssen in ihrem ganzen Verlauf auf die abgeplattete Fläche aufklebt, sodass ihre Conturen mit denen des Bogens annähernd zusammenfallen. Den Endpunkt markirt man

mit dem Messer oder mit Tinte, löst diese Wachsfäden wieder sorgfältig ab, biegt sie, ohne allen Zug und ohne Druck anzuwenden, gerade und legt sie dann zwischen die Spitzen des Zirkels oder direct auf den Nonius".

Ich habe zunächst das Verfahren von Siebenmann versucht, war aber damit nicht zufrieden. Die Wachsfäden erweichen bei der Handhabung durch die Körpertemperatur sehr leicht, sodass sie sich wohl immer etwas strecken, wenn man sie auch mit der allergrössten Sorgfalt abhebt und gerade biegt. Darum habe ich diese Methode nicht verwerthet, vielmehr auch die Längenmessung mit dem Zirkel vorgenommen. Zu diesem Zwecke habe ich die Spitzen des Zirkels im Voraus in der Weite von 1 mm festgestellt, dann diese Weite fortlaufend auf die Peripherie der Bogengänge übertragen, und die Uebertragungen gezählt. Ein kleiner Fehler haftet freilich auch dieser Art der Messung an, da man die Krümmung zwischen je einer Zirkelweite nicht in Betracht zieht, vielmehr dieselbe als gerade Linie, also etwas zu kurz misst.

II. Messung der Winkel zwischen den von Bogengängen umgrenzten Flächen.

Die Messung dieser Winkel ist nicht leicht und niemals absolut genau. Vor allem ist die Fläche, die man sich durch jeden Bogen gelegt denken kann, keine Ebene, vielmehr treten die Bogen in Folge einer leichten S-förmigen Krümmung auf die Kante hier und da etwas aus der gedachten Ebene heraus.

Siebenmann (3) hat die Winkel, die diese Flächen mit einander bilden, nach seinen eigenen Worten in folgender Weise bestimmt: „Diese Winkel wurden gemessen auf der Theilmaschine durch Einstellen ihres Scheitels in die Achse der Drehscheibe und durch Visiren der Bogenebenen senkrecht über derselben vermittelst einem quer darüber gelegten Lineal. Das erhaltene Resultat wurde controlirt vermittelst eines eigenen zu diesem Zweck construirten gläsernen Winkeltransporteurs und abgelesen mit der Lupe".

Ich brachte den Vereinigungspunkt der betreffenden Bogengänge, also den Scheitel des zu messenden Winkels, in die Scheitelkerbe eines kleinen Transporteurs, fixirte ihn monocular und drehte dann das Präparat so, dass die mir zugewendeten Hälften der den Winkel bildenden Bogengänge sich möglichst genau mit den von mir abgewendeten deckten. Der eine Bogengang wurde dabei der Basis des Transporteurs

parallel angelegt und die Richtung des anderen an der Scala des Transporteurbogens abgelesen. Da die Bogengänge nicht bis zur Scala reichten, wurde ihre Richtung nach der Scala mit dem Augenmaasse verfolgt, nicht aber ein die Scala erreichendes Lineal angelegt, wie bei Siebenmann, weil hierbei viel grössere Fehler zu Stande kommen. Wie gering meine Fehler waren, werde ich weiter unten zeigen. Ich habe wie Siebenmann (3) gemessen:

1. den Winkel zwischen dem (vertical-)frontalen und dem horizontalen;
2. den Winkel zwischen dem (vertical-)frontalen und dem (vertical-)sagittalen;
3. den Winkel zwischen dem (vertical-)sagittalen und dem horizontalen Bogengange.

III. Messung des Winkels zwischen der Fläche des sagittalen und dem medialen Schenkel (Crus simplex) des horizontalen Bogenganges.

Ausserdem habe ich den Winkel zwischen der vom (vertical-) sagittalen Bogengange umgrenzten Fläche und dem inneren (medianen) Schenkel (Crus simplex) des horizontalen Bogenganges gemessen, über den bisher noch keine Angaben vorhanden sind, und gerade hierbei die auffälligsten Altersverschiedenheiten gefunden. Diese Messung ist leicht und sicher auszuführen, weil das Crus simplex des horizontalen Bogenganges, wie schon Siebenmann betont, in seinem Endstücke gerade gestreckt ist und mit der Fläche des sagittalen Bogenganges einen sehr scharfen Winkel bildet.

Prüfung der Zuverlässigkeit meiner Messungen.

Um die Fehlergrenzen der im Vorstehenden beschriebenen Methoden zu ermitteln, habe ich an drei Labyrinthausgüssen alle Messungen je drei Mal zu verschiedenen Zeiten unabhängig von einander vorgenommen, dann die Durchschnittszahlen aus je 3 gleichartigen Messungen eines jeden der 3 Präparate berechnet und die grösste bei den Einzelmessungen vorgekommene Abweichung von der entsprechenden Durchschnittszahl festgestellt. Es ergab sich, dass die Abweichungen ausserordentlich gering waren, nämlich:

bei der Länge des frontalen Bogenganges	1,83 mm
„ „ „ „ sagittalen „	0,13 „
„ „ „ „ horizontalen „	0,20 „

bei der	Breite	des	frontalen	Bogenganges	0,00 mm
„ „	„	„	sagittalen	„	0,03 „
„ „	„	„	horizontalen	„	0,00 „
„ „	Dicke	„	frontalen	„	0,03 „
„ „	„	„	sagittalen	„	0,10 „
„ „	„	„	horizontalen	„	0,07 „
„ „	Breite	der	frontalen	Bogengangflächen	0,07 „
„ „	„	„	sagittalen	„	0,13 „
„ „	„	„	horizontalen	„	0,10 „
„ „	Höhe	„	frontalen	„	0,20 „
„ „	„	„	sagittalen	„	0,10 „
„ „	„	„	horizontalen	„	0,23 „

bei dem	Winkel	zwischen dem frontalen und dem horizontalen Bogengange	1,7 °
„ „	„	zwischen dem frontalen und dem sagittalen Bogengange	1,0 °
„ „	„	zwischen dem sagittalen und dem horizontalen Bogengange	3,0 °
„ „	„	zwischen der Fläche des sagittalen Bogenganges und dem Crus simplex des horizontalen Bogengangs	0,7 °

bei der	Länge	des	Crus	commune				0,13 mm
„ „	Breite	„	„	„				0,07 „
„ „	Dicke	„	„	„				0,03 „
„ „	Länge	der	Ampulle	des	frontalen	Bogengangs	.	0,07 „
„ „	„	„	„	„	sagittalen	„	.	0,23 „
„ „	„	„	„	„	horizontalen	„	.	0,10 „
„ „	Breite	„	„	„	frontalen	„	.	0,10 „
„ „	„	„	„	„	sagittalen	„	.	0,07 „
„ „	„	„	„	„	horizontalen	„	.	0,07 „
„ „	Dicke	„	„	„	frontalen	„	.	0,03 „
„ „	„	„	„	„	sagittalen	„	.	0,13 „
„ „	„	„	„	„	horizontalen	„	.	0,02 „

Die unten mitgetheilten Altersunterschiede betragen alle ein Vielfaches dieser kleinen, den Methoden anhaftenden Fehlergrenzen.

Ergebniss der Messungen.

I. Ergebniss der Bogengangsmessungen.

Dass die Form und die Dimensionen der Bogengänge bei verschiedenen Individuen grossen Schwankungen unterworfen, aber bei den gleichnamigen Bogengängen der rechten und linken Seite desselben Individuums gleich sind, wird von allen Autoren übereinstimmend angegeben. Auch nach meinen Ergebnissen stimmt das vollständig. Es ist deshalb überflüssig, hierüber genauere Maassangaben zu machen.

Das Verhältniss der Länge der 3 Bogengänge zu einander wurde von allen Autoren ebenfalls in voller Uebereinstimmung angegeben; nämlich so: dass der hintere (vertical-sagittale) Bogengang am längsten, der horizontale am kürzesten ist. Auch ich habe das gleiche Resultat gefunden, wie aus folgender vergleichender Tabelle hervorgeht.

Länge der drei Bogengänge:

			sagittaler		frontaler		horizontaler
nach Sappey (5)	Verhältnisszahlen		18	:	15	:	12
„ Krause			7	:	$6^1/_3$	:	4
„ Schwalbe			6	:	5	:	4
„ Siebenmann		Neugeb.	19,3 mm	:	17,3 mm	:	13,7 mm
		Erwachs.	19,8 „	:	18,1 „	:	14,4 „
„ meinen Untersuchungen		Fötus	17,2 „	:	14,8 „	:	14,6 „
		Neugeb.	18,2 „	:	15,8 „	:	14,9 „
		Erwachs.	18,6 „	:	16,7 „	:	14,8 „

Die Längenzunahme der drei Bogengänge beim Erwachsenen gegenüber dem Neugeborenen ist nach Hyrtl (2), der jedoch, wie bereits oben mitgetheilt, mit einer ungenauen Methode nur an wenigen Labyrinthen gemessen hat, für den horizontalen am grössten, für den vertical-frontalen am kleinsten; nach Siebenmann (3), der die Zunahme an 7 Erwachsenen und 6 Neugeborenen gemessen hat, für den frontalen am grössten, für den sagittalen am kleinsten, aber nach meinen Untersuchungen an 12 Föten, 8 Neugeborenen und 14 Erwachsenen für den sagittalen am grössten und für den frontalen am kleinsten:

Die Wachsthumszunahme beträgt im Durchschnitt

	am frontalen	am sagittalen Bogengang	am horizontalen
nach Hyrtl	0,8 mm [1])	1,2 mm	1,8 mm
„ Siebenmann	0,8 „	0,5 „	0,7 „
„ meinen Untersuchungen	0,9 „	1,4 „	1,0 „

Die Maasse für die Breite und die Dicke des ovalen Querschnittes der 3 Bogengänge wurden von Siebenmann folgendermaassen angegeben:

		frontaler B.	sagittaler B.	horizontaler B.
Breite der Bogencanäle	d. Neugeb.	1,36 mm	1,77 mm	1,58 mm
	d. Erwachs.	1,48 „	1,90 „	1,90 „
Dicke der Bogencanäle	d. Neugeb.	1,11 „	1,33 „	1,02 „
	d. Erwachs.	1,31 „	1,48 „	1,35 „

Die Tabelle zeigt, dass nach Siebenmann sowohl beim Neugeborenen als beim Erwachsenen der sagittale Bogengang das grösste, der frontale das kleinste Lumen hat.

Meine Messungen zeigen, dass in allen Altersstufen, auch beim Fötus, der sagittale Bogengang — am Scheitel gemessen — im Durchschnitt das grösste, der frontale das kleinste Lumen hat, und zwar:

		frontaler B.	sagittaler B.	horizontaler B.
Breite der Bogencanäle	Föten	1,21 mm	1,60 mm	1,46 mm
	Neugeborene	1,10 „	1,48 „	1,46 „
	Erwachsene	1,13 „	1,62 „	1,48 „
Dicke der Bogencanäle	Föten	1,03 „	1,24 „	1,09 „
	Neugeborene	1,04 „	1,19 „	1,0 „
	Erwachsene	0,92 „	1,12 „	0,9 „

Die Weite der Bogencanäle ist nach Schwalbe am bedeutendsten da, wo sie in ihre Ampulle übergehen. Ich fand aber, dass der vertical-sagittale Bogencanal am Scheitel weiter war als am Uebergang in die Ampulle.

Bei dem vertical-frontalen Bogengange fand ich nur unbedeutende Differenzen zwischen Breite und Dicke, während bei den anderen zwei Bogengängen die Differenzen sehr deutlich sind (s. vorstehende Tabelle). Meine Messungen zeigen ferner, dass die Weite der Bogengänge bei

[1]) Hyrtl's Linienmaasse sind von Schwalbe in Millimeter umgerechnet.

dem Erwachsenen nur selten etwas grösser, vielmehr meist geringer ist als beim Fötus und Neugeborenen.

II. Messung der Ampulle.

Die Angaben über die Länge der Ampullen haben keinen besonderen Werth, weil man die Grenze zwischen denselben und den Bogengängen nicht genau feststellen kann.

Immerhin lässt sich auch hier wenigstens das sagen, dass eine nennenswerthe Wachsthumszunahme nicht nachweisbar ist.

Die Länge der Ampullen betrug:

1. Frontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,48 mm	2,8 mm	2,3 mm
„ Neugeborenen . . .	2,66 „	2,8 „	2,5 „
„ Erwachsenen . . .	2,56 „	3,0 „	2,2 „

2. Sagittaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,75 mm	3,2 mm	2,6 mm
„ Neugeborenen . . .	2,9 „	3,2 „	2,6 „
„ Erwachsenen . . .	3,04 „	3,4 „	2,4 „

3. Horizontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,39 mm	3,0 mm	2,1 mm
„ Neugeborenen . . .	2,4 „	2,5 „	2,2 „
„ Erwachsenen . . .	2,35 „	3,1 „	2,1 „

Die Dicke der Ampullen:

1. Frontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	1,81 mm	1,9 mm	1,6 mm
„ Neugeborenen . . .	1,79 „	1,9 „	1,6 „
„ Erwachsenen . . .	1,69 „	2,0 „	1,4 „

2. Sagittaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	1,98 mm	2,2 mm	1,8 mm
„ Neugeborenen . . .	1,91 „	2,1 „	1,8 „
„ Erwachsenen . . .	1,99 „	2,2 „	1,6 „

3. Horizontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	1,82 mm	2,0 mm	1,6 mm
„ Neugeborenen . . .	1,7 „	1,8 „	1,6 „
„ Erwachsenen . . .	1,65 „	1,9 „	1,4 „

Die Breite der Ampullen:

1. Frontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,38 mm	2,6 mm	2,1 mm
„ Neugeborenen . . .	2,44 „	2,6 „	2,3 „
„ Erwachsenen . . .	2,38 „	2,5 „	2,0 „

2. Sagittaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,28 mm	2,5 mm	2,1 mm
„ Neugeborenen . . .	2,34 „	2,6 „	2,1 „
„ Erwachsenen . . .	2,23 „	2,5 „	2,0 „

3. Horizontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	2,47 mm	2,6 mm	2,3 mm
„ Neugeborenen . . .	2,49 „	2,7 „	2,3 „
„ Erwachsenen . . .	2,47 „	2,7 „	2.1 „

III. Weite des Crus commune.

Das Crus commune ist, wie schon Siebenmann angedeutet hat, von ungefähr gleicher Weite, Breite und Dicke. Es erscheint daher auf dem Querschnitt fast rund. Die Länge des Crus commune beträgt nach Schwalbe durchschnittlich 4 mm, nach Siebenmann 4,13 mm. Ich fand es etwas kürzer, und zwar beim Erwachsenen 3,67 mm, beim Neugeborenen und Fötus 3,32 mm lang.

Die Längenzunahme nach der Geburt ist nach meinen Untersuchungen 0,35 mm.

1. Länge des Crus commune.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	3,38 mm	3,9 mm	3,1 „
„ Neugeborenen . . .	3,25 „	3,4 „	3,0 „
„ Erwachsenen . . .	3,67 „	4,8 „	3,0 „

2. Breite des Crus commune.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	1,63 mm	2,0 mm	1,3 mm
„ Neugeborenen . . .	1,75 „	2,0 „	1,5 „
„ Erwachsenen . . .	1,54 „	1,8 „	1,3 „

3. Dicke des Crus commune.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	1,56 mm	1,8 mm	1,3 mm
„ Neugeborenen . . .	1,7 „	1.8 „	1,5 „
„ Erwachsenen . . .	1,54 „	1,8 „	1,3 „

IV. Maasse der Bogengangflächen.

Die Maasse der Bogengangflächen, das heisst der von den Bogengängen und dem Vorhof umgrenzten Räume, habe ich in 2 Richtungen ermittelt. Als Breite bezeichne ich bei den am Crus commune betheiligten Bogengängen die grösste Entfernung zwischen der Theilungsstelle des Crus commune und der gegenüberliegenden Bogengangshälfte, als Höhe das auf der Breitenlinie senkrechte grösste Maass. Am horizontalen Bogengange, der nicht am Crus commune betheiligt ist, habe ich die grösste Breite von der Uebergangsstelle des Bogens in die Ampulle aus gemessen und die Höhe darauf senkrecht genommen.

Das Ergebniss der Messung der Bogengangflächen war, dass sowohl beim Erwachsenen, als auch beim Neugeborenen die Fläche des frontalen Bogenganges die grösste, die des horizontalen die kleinste ist. Die Differenz zwischen der Breite und der Höhe ist bei dem frontalen Bogengang ausserordentlich gering, dagegen bei den übrigen beiden grösser. Daher ist die Form des horizontalen und sagittalen Bogenganges oval, die des frontalen fast kreisförmig. Es zeigt sich ausserdem, dass die Zunahme dieser Grössen bei dem Erwachsenen ganz unbedeutend war.

Die Höhe der Bogengangflächen:

1. Frontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus , ...	5,1 mm	5,6 mm	4.3 mm
„ Neugeborenen . . .	5,55 „	6,3 „	4,9 „
„ Erwachsenen . . .	5,98 „	7,0 „	4,5 „

2. Sagittaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	4,99 mm	5,5 mm	4,1 mm
„ Neugeborenen . . .	5,43 „	6,4 „	4,6 „
„ Erwachsenen . . .	5,6 „	6,1 „	4.0 „

3. Horizontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	3,69 mm	4,1 mm	3,4 mm
„ Neugeborenen . . .	3,59 „	4,0 „	3,0 „
„ Erwachsenen . . .	3,68 „	4,6 „	2,8 „

Die Breite der Bogengangflächen:

1. Frontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	5,45 mm	5,8 mm	4,6 mm
„ Neugeborenen . . .	5,69 „	6,5 „	4,8 „
„ Erwachsenen . . .	5,83 „	6,6 „	5,1 „

2. Sagittaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	4,43 mm	5,0 mm	3,3 mm
„ Neugeborenen . . .	4,98 „	5,8 „	4,4 „
„ Erwachsenen . . .	5,19 „	6,2 „	3,8 „

3. Horizontaler Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
beim Fötus	3,32 mm	3,7 mm	2,4 mm
„ Neugeborenen . . .	3,14 „	3,7 „	2,5 „
„ Erwachsenen . . .	3,06 „	4,0 „	2,1 „

Flächenkrümmung der Bogengänge.

Visirt man die Bogengänge vom Scheitel aus, so präsentirt sich am hinteren (sagittalen) und oberen (frontalen) eine leichte S-förmige Krümmung, dagegen am äusseren (horizontalen) eine C-förmige

(Schwalbe (5), Huschke). Diese C-förmige Krümmung ist nach unten offen. Siebenmann und Hyrtl (2) haben zuweilen auch den horizontalen Bogengang S-förmig gefunden. Ich fand ihn ziemlich häufig beim Neugeborenen S-förmig, und zwar unter 8 Ausgüssen 6 Mal. beim Erwachsenen aber unter 14 Ausgüssen nur 3 Mal.

Haupt- oder Kantenkrümmung (Kreise) der Bogengänge.

Die Kreise der Bogengänge wurden von den Autoren folgendermaassen beschrieben:

Nach Schwalbe (5) erkennt man, „dass die 3 Bogengänge nicht gleich langen Kreisbogen entsprechen. Während der vordere und äussere, ersterer von der Ampulle bis zum Anfang seines Crus commune gerechnet, einen Halbkreis bilden, kommt der Bogen des hinteren, ebenfalls von Ampulle bis Anfang des Crus commune gerechnet, $^3/_4$ eines Kreisumfanges gleich. Der vordere und äussere sind wieder dadurch in ihrer Kantenkrümmung verschieden, dass letzterer einem kleineren Kreise angehört. Das Crus commune der beiden verticalen Bogengänge verläuft gerade".

Siebenmann (3) gab darüber an: „Was nun die Kantenkrümmung anbelangt, so umschliesst gewöhnlich jeder Bogen, auch der obere, mehr als die Hälfte eines Kreises. Würde man bei letzterem die Ampulle nicht mehr mitrechnen, so würde die Projection des Bogens in die Verticalebene ziemlich genau einem regelmässig gezogenen halben Kreis entsprechen; mit der Ampulle aber beträgt sie ca. 20^0 mehr. Der hintere und der äussere Bogen haben mehr elliptische Form. Der äussere Bogen besitzt nächst dem oberen am meisten Kreisform, namentlich, soweit es den ampullaren Schenkel betrifft, während sein Crus simplex gewöhnlich etwas gestreckter verläuft. In den Fällen indes, wo auch letzteres gebogenere Form hat, entspricht der äussere Bogen einer Kreisperipherie von ca. $200—210^0$ oder einer Hyperbel oder Parabel (Huschke). Das nämliche gilt von hinteren Bogen; indessen treffen wir hier oft statt eines Bogens ein Polygon mit abgerundeten Ecken; eine solche Ecke findet sich gewöhnlich am hinteren Ende der Ampulle, häufig auch oben aussen, wo das vertical verlaufende Scheitelstück übergeht in die Partie des gegen das Crus commune horizontal verlaufenden Crus simplex."

Meine Untersuchungen bestätigen im Wesentlichen das von Siebenmann Festgestellte. Nur möchte ich beifügen, dass häufig,

besonders bei Erwachsenen, der horizontale Bogengang oberhalb der Ampulle eine leichte lateralwärts gerichtete Knickung zeigt.

Gerlach (5) beschreibt einen Fall, in welchem das Crus simplex des horizontalen Bogenganges mit einer deutlichen ampullenförmigen Erweiterung in den Vorhof überging, und Schwalbe bestätigte, dass sich an Ausgüssen eine solche Erweiterung des Crus simplex vor seiner Einmündung in den Vorhof nachweisen lasse.

Bei meinen Präparaten fand ich eine nicht geringe Anzahl solcher Erweiterungen des horizontalen Bogenganges, nämlich bei Erwachsenen unter 14 Ausgüssen 5, bei Neugeborenen unter 8 Ausgüssen 4, bei Föten dagegen unter 12 Ausgüssen keine.

V. Ergebnisse der Messung der Winkel zwischen den Bogengangsflächen.

Ueber die Grösse der hier in Betracht kommenden 3 Winkel liegen nur wenige Angaben vor, und von diesen sind allein die Siebenmann'schen detaillirt, das heisst, der Autor giebt die Grösse aller von ihm gemessenen Winkel und die daraus gezogenen Mittelzahlen in einer Tabelle an. Indessen ist die Zahl der von ihm hierauf untersuchten Labyrinthe gering, und bei den Verschiedenheiten, die er dabei gefunden hat, können, wie er selbst betont, seine Winkelgrössen nur als approximative Werthe angesehen werden.

Mein Material ist $4^1/_2$ Mal so gross wie das Siebenmann'sche. Ich habe die Winkel gemessen an

12	Labyrinthen	von	Föten	(Siebenmann	: 0)
8	„	„	Neugeborenen	(„	: 5)
14	„	„	Erwachsenen	(„	: 3)
34					8

Ferner scheinen mir meine Messungen, wenn auch nicht absolut genau, doch recht zuverlässig zu sein, wie aus den oben mitgetheilten Controlversuchen hervorgeht.

Im Folgenden gebe ich die von mir gefundenen Winkelmaasse.

1. Neigung des frontalen zum horizontalen Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Differenz zwischen Max. und Min.
Föten	**87,1**°	90°	81°	9°
Neugeborene . . .	**88,0**°	92°	80°	12°
Erwachsene . . .	**87,4**°	93°	80°	13°

2. Neigung des frontalen zum sagittalen Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Differenz zwischen Max. und Min.
Föten	**91,0**°	110°	85°	25°
Neugeborene . . .	**88,0**°	90°	85°	5°
Erwachsene . . .	**94,6**°	115°	83°	32°

3. Neigung des sagittalen zum horizontalen Bogengang.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Differenz zwischen Max. und Min.
Föten	**91,3**°	95°	88°	7°
Neugeborene . . .	**93,4**°	100°	85°	15°
Erwachsene . . .	**99,6**°	116°	83°	33°

Aus diesen Zahlen lassen sich mit annähernder Sicherheit folgende Schlüsse ziehen:

a) Die Neigungswinkel der Bogengangsflächen zu einander zeigen in allen Altersstufen individuelle Verschiedenheiten.

b) Die individuellen Verschiedenheiten sind am geringsten am Winkel zwischen den Flächen des frontalen und des horizontalen Bogenganges (um 9—13°), viel grösser an den beiden anderen Winkeln (um 5—32° bezw. um 7—33°).

c) Die individuellen Verschiedenheiten an allen drei Winkeln sind beim Erwachsenen grösser als beim Fötus und beim Neugeborenen.

d) Der Neigungswinkel der Bogengangflächen zu einander ist im Durchschnitt:

α) etwas kleiner als ein rechter zwischen dem frontalen und und horizontalen,

β) fast gleich einem rechten zwischen dem frontalen und sagittalen,

γ) etwas grösser als ein rechter zwischen dem sagittalen und horizontalen Bogengang.

e) Nur am Winkel zwischen den Flächen des sagittalen und horizontalen Bogenganges lässt sich eine durchschnittliche fortschreitende Grössenveränderung während des Körperwachsthums, und zwar eine Zunahme, erkennen.

4. Vergleichung der Neigung der Bogengangsflächen zu einander am rechten und linken Labyrinthe.

Die beiden Labyrinthe derselben Individuen standen mir nur bei den Föten und den Neugeborenen zur Verfügung.

Ich fand den

frontal-horizontal-Winkel	4 mal
frontal-sagittal-Winkel	3 „
sagittal-horizontal-Winkel	2 „

beiderseits gleich. Die in den übrigen Fällen gefundenen Differenzen, die fast gleich häufig zu Gunsten der rechten und der linken Seite ausfielen, betrugen am

frontal-horizontal-Winkel	2—5°	im Durchschnitt	3,17°
frontal-sagittal-Winkel	1—18°	„ „	4,00°
sagittal-horizontal-Winkel	1—3°	„ „	2,14°.

Die Winkel sind also auf beiden Seiten, wenigstens beim Fötus und beim Neugeborenen, fast immer gleich oder nahezu gleich.

VI. Ergebnisse der Messung des Winkels zwischen der vom sagittalen Bogengange umgrenzten Fläche und dem inneren (medianen) Schenkel des horizontalen Bogenganges.

Die Grösse dieses bisher noch nicht beachteten, in allen Fällen spitzen Winkels fand ich:

	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Differenz zwischen Max. und Min.
beim Fötus . . .	**17,5°**	22°	12°	8°
„ Neugeborenen	**22,8°**	30°	20°	10°
„ Erwachsenen .	**30,1°**	48°	10°	38°

Diese Zahlen beweisen Folgendes:

a) Auch die Grösse dieses Winkels ist in allen Altersstufen individuellen Schwankungen unterworfen.

b) Die individuellen Grössenschwankungen auch dieses Winkels steigen mit dem zunehmenden Alter, uud zwar in stärkerem Maasse als die der Winkel zwischen den Bogengangsflächen.

c) Wie an dem Winkel zwischen den Flächen des sagittalen und des horizontalen Bogenganges lässt sich auch an diesem Winkel eine durchschnittliche, mit dem Körperwachsthume fortschreitende Grössenzunahme erkennen.

d) Diese durchschnittliche Grössenzunahme kommt fast einer Verdoppelung gleich, indem sie von 17,5° beim Fötus auf 30,1° beim Erwachsenen steigt. Sie ist viel bedeutender als die des sagittal-horizontalen Bogenwinkels, wie folgender Vergleich zeigt:

Durchschnittliche Zunahme	Winkel zwischen den Flächen des sagittalen und des horizontalen Bogenganges.	Winkel zwischen der Fläche des sagittalen Bogenganges und dem medianen Schenkel des horizontalen Bogenganges.
vom Fötus zum Neugeborenen:	um 2,1°	um 5,3°
vom Neugeborenen zum Erwachsenen:	um 6,2°	um 7,3°
im Ganzen:	um 8,3°	um 12.6°

Nennenswerthe Verschiedenheiten dieses Winkels auf beiden Seiten fanden sich nicht.

Uebersicht der ermittelten Wachsthumsveränderungen.

Die individuellen Verschiedenheiten in der Grösse des Bogengangsapparates — genauer gesagt der Metallausgüsse desselben — sind so gross und seine Wachsthumszunahme ist so gering, dass einzelne Labyrinthausgüsse von nicht ausgetragenen Früchten grösser sein können als andere von Erwachsenen.

Auch eine durchschnittliche Wachsthumszunahme ist nur an einzelnen der gemessenen Theile nachweisbar und dabei so unbedeutend, dass sie keine Beachtung verdient. Selbst die von verschiedenen Untersuchern hervorgehobene Längenzunahme der Bogengänge beträgt nach meinen Messungen höchstens den 13. Theil ihrer durchschnittlichen Gesammtlänge. Das Lumen der Bogengänge nimmt sogar während des Körperwachsthums etwas ab.

Von den Winkeln, welche die Bogengangsflächen gegen einander bilden, ändert nur der zwischen dem sagittalen und dem horizontalen Bogengange seine Durchschnittsgrösse deutlich.

Noch grösser ist die durchschnittliche Zunahme des Winkels zwischen dem Crus simplex des horizontalen und der Fläche des sagittalen Bogenganges. Sie kommt zu Stande, indem sich der Scheitel des horizontalen Bogenganges allmälig etwas lateralwärts wendet. Diese Lageveränderung im Wachsthume ist uns verständlich, weil gerade der horizontale Bogengang den Theilen des Schläfenbeins am nächsten liegt, die sich in den ersten Lebensjahren sehr stark lateralwärts ausdehnen, bezw. entwickeln. Der Neugeborene hat bekanntlich keinen knöchernen äusseren Gehörgang und keinen Warzenfortsatz, sondern das Antrum mastoideum s. tympanicum, aus dessen medialer Wand sich die Hülle des horizontalen Bogengangs plastisch heraus- und in das Antrum hineinwölbt, ist nach aussen nur von dem absteigenden Theile der dünnen Schläfenbeinschuppe bedeckt, und erst im dritten Jahre ist die mächtige Knochenmasse mit ihren pneumatischen Hohlräumen, welche den Warzenfortsatz und das knöcherne Rohr des Gehörganges bildet, vollständig entwickelt.

An dieser Tendenz des Wachsthums nach aussen betheiligt sich in etwas auch der naheliegende horizontale Bogengang. Sein Hinausrücken mag auch dadurch begünstigt werden, dass er aussen nicht festen Theilen, sondern einem luftgefüllten Hohlraume anliegt. Beim Hinaus-

rücken ändert er auch seine Neigung zur Körperaxe etwas, sodass dabei auch der Winkel zwischen seiner Fläche und der des sagittalen Bogenganges die beschriebene Vergrösserung erfährt.

Die physiologische Bedeutung des Hinausrückens des horizontalen Bogenganges und der Vergrösserung seines Winkels gegen den sagittallen während des Körperwachsthums entzieht sich vorläufig noch unserer Beurtheilung. Gross kann sie wohl nicht sein, da die genannten Neigungs- und Lageveränderungen bedeutenden individuellen Schwankungen unterliegen und in vereinzelten Fällen überhaupt nicht zu Stande kommen.

Zum Schlusse danke ich Herrn Professor Körner für die Anregung zu dieser Arbeit und Herrn Dr. Lau, Assistent an der Frauenklinik, für die Ueberlassung der Köpfe von Föten und Neugeborenen.

Literatur.

1. A. Meckel: Bemerkungen über die Höhle des knöchernen Labyrinths. Meckel's Archiv 1827.
2. J. Hyrtl: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere, 1845.
3. Siebenmann: Die Korrosions-Anatomie des knöchernen Labyrinths des Menschenohres, Wiesbaden 1890.
4. Bezold: Die Korrosions-Anatomie des Ohres, 1882.
5. Schwalbe: Handbuch der Anatomie des Menschen, 1887.

Lebenslauf.

Am 15. October 1875 bin ich, Toshio Sato, buddhistischer Confession, als Sohn des Chushiro Sato und seiner Ehefrau Fuji in Niigata, Japan, geboren.

Nach der Absolvirung der staatlichen Volksschule und der Mittelschule habe ich von 1893 bis 1897 in der medicinischen Schule zu Tokio studirt.

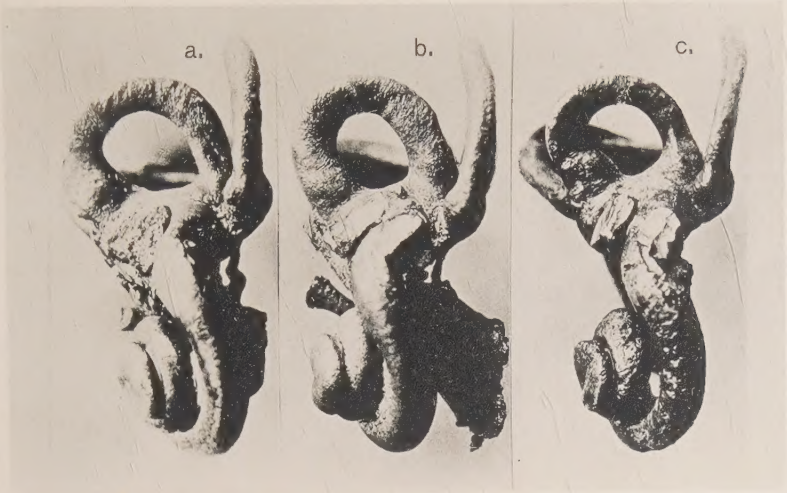
Im October 1897 habe ich die Staatsprüfung bestanden und im Laufe des folgenden Jahres die Approbation als praktischer Arzt erhalten.

Von November 1897 bis August 1901 habe ich mich als Assistenzarzt an der Privatklinik für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfkrankheiten des Herrn Dr. Kanasugi zu Tokio beschäftigt.

Seit November 1901 studire ich in Rostock, wo ich Volontärarzt an der Universitäts-Ohren- und Kehlkopf-Klinik bin

Winkel

zwischen der Fläche des sagittalen und dem Crus simplex des horizontalen Bogenganges.



a. beim Fötus.
b. „ Neugeborenen.
c. „ Erwachsenen.

Lichtdruck von C. G. Röder, Leipzig.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.